

جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تأسست فى ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ ديسمبر سنة ١٩٢٢

﴿ صندوق البريد ٧٥١ مصر ﴾

﴿ النشرة الرابعة من السنة السابعة ﴾

٨٤

محاضرة

عن تأثير الغازات على مبانى المجارى بالقاهرة
والتجارب التى اجريت لاختيار مواد بناء لا تأثير لتلك الغازات عليها

لحضرة صاحب العزة محمد بك عثمان

القيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

فى ١٣ يناير سنة ١٩٢٧

مطبعة مصر شركة مساهمة مصرية

٥٩٥/٢٧/٢٠٠

الجمعية ليست مسؤلة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والا راء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الاسود (شيني) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

محاضرة

حضرة صاحب العزة محمد بك عثمان

عن

تأثير الغازات على مباني المجاري بالقاهرة
والتجارب التي اجريت لاختيار مواد بناء لا تأثير لتلك الغازات عليها

تمهيد

تصرف مياه مجاري القاهرة بواسطة ١٣٢ رافعة هوائية (Ejectors) ينساب داخلها الهواء المضغوط بطريقة ذاتية كلما امتلأ فراغ الرافع بمواد المجاري فيدفع ذلك الهواء تلك المتخلفات بقوة الى مواسير من الظهر ويقذف بها الى المجمع الرئيسي خارج المدينة

وهذا المجمع عبارة عن مجرى بنائي على عمق كبير تحت الارض قطاعه دائرة قطرها ١٫٦٠ متر يبتدىء عند غمره

وينتهى عند طلمبات أقيمت بكفر الجاموس لترفع المواد منه وتدفعها مرة ثانية فى مواسير كبيرة من الظهر الى مزرعة الجبل الاصفر بالخانكة . وطول ذلك المجمع ١٣٦١٠ متراً وانحداره $\frac{١}{٢٥٠٠}$ وسطحه العلوى يقع على عمق مترين فى المتوسط تحت منسوب مياه التربة السفلية التى فى باطن الارض . وقد انشىء من خرسانة مركبة من السمنت والرمل وقطع الحجر النارى الاحمر بنسبة ١ الى ٣ الى ٥ على التوالى ويبلغ سمك جدرانه ٤٥ سنتيمتراً فى القاع والجوانب و ٣٦ سنتيمتراً فى الجزء العلوى الذى يمكننا أن نسميه بالعقد وهو مبطن من الداخل بمونة مكونة من السمنت والرمل بنسبة ١ الى ٢ ومقام عليه ١١٣ طابقاً أو بئر تفتيش يبعد كل بئر منها عن الاخرى بنحو ١٢٠ متراً وذلك لتسهيل عملية التفتيش عليه وتنظيفه .

وقد بدء فى انشائه سنة ١٩١٠ وانتهى العمل منه فى خريف سنة ١٩١٣ وبلغت نفقاته ٢٧٧٠٠٠ جنيها أى متوسط تكاليف المتر الواحد فى انشائه بلغت ٢٠ جنيه و ٣٥٢ مليم

والشطر الاول من موضوع محاضرتنا هذه يتناول ذكر

ما أحدثته الغازات المتصاعدة من تحليل المواد التى تشتمل عليها مياه المجارى من التأثير الخطر على مونة الخرسانة المستعملة فى انشائه

وهذا التأثير واقع على الجزء العلوى من قطاع المجرى وهو ذلك الجزء الغير مغمور بالمياه بينما بقى الجزء الاسفل الموجود دائماً تحت الماء سليما لم يبد عليه تآكل ما . والتأثير المذكور يظهر بسيطاً فى أول المجمع عند غمره ثم يأخذ فى التزايد حتى يبلغ شدته قريباً من الزيتون على بعد ٦٤٤٨ متراً وبعبارة أخرى فان النصف الاخير من المجمع المذكور الواقع بين الزيتون وكفر الجاموس هو الذى لحق به ضرر بليغ من جراء ذلك التآكل المستمر حتى وصلت الحال الى حد الخطورة فى كثير من المواقع . والظاهر للعيان أن تأثير الغازات المنوه عنها أفقد مونة السمنت صلابتها حتى صيرها عجينة رخوة تتساقط على توالى الزمن مع قطع الاحجار الداخلة في تركيب الخرسانة وبذا ينتقص سمك العقد بالاستمرار . وشكل ذلك التآكل مقاساً فى فترات مختلفة من الزمن مبين على القطاع (شكل ١) وفى الرسمين الفوتوغرافيين (شكلى ٢ و ٣)

ومما هو جدير بالذكر أنه قد نظر أثناء وضع تصميم ذلك المجمع فى مسألة تأثير غازات المجارى على مادة الخرسانة المذكورة وتقرر وقتئذ تبطينه من الداخل بالطوب المزجج الا أنه نظراً لكثرة المصاريف صار العدول عن هذا الرأى وتقرر طلاء المجمع من الداخل بطبقة من البيتومين (Bitumen) كى تحول دون وصول تلك الغازات الى المونة وبذا يمتنع تأثيرها عليها واشترط بالفعل فى عقد مقاولة انشائه اجراء هذا الطلاء

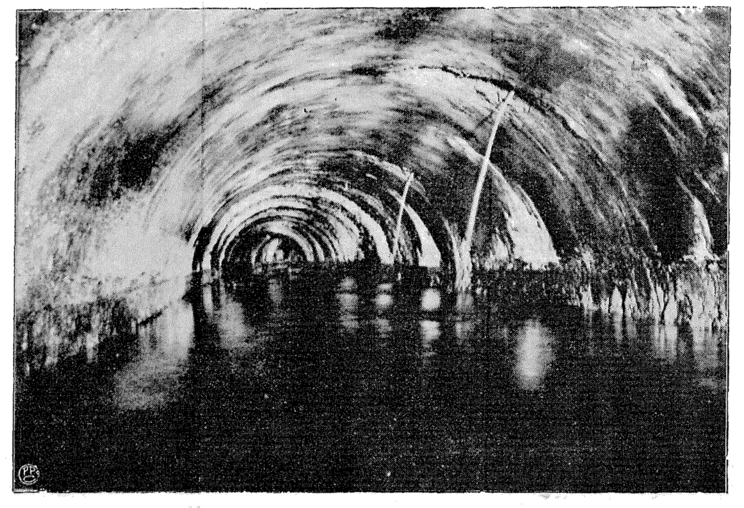
وبعد اتمام بنائه فى شهر ابريل سنة ١٩١٣ أصدرت مصلحة المجارى الأوامر الى المقاولين بالشروع فى عملية الطلاء المذكورة وأخذ عندئذ فى تجربة عينات كثيرة من هذه المادة الا أن تلك التجارب لم تنجح بسبب تعذر التصاق التراكيب البيتومينية على سطح الخرسانة لأن هذا السطح يظل مبللا بمياه النشع على الدوام فضلا عن أن كثيراً من تلك التراكيب التى اقترح استعمالها كانت شديدة القابلية للالتهاب لوجود زيت التربنتينا فيها ولذا عد استعمالها خطراً

وفى اكتوبر سنة ١٩١٣ عقدت لجنة لبحث هذا الموضوع ورؤى فيها أن الطلاء المذكور غير مجد وقررت أن الأوفق

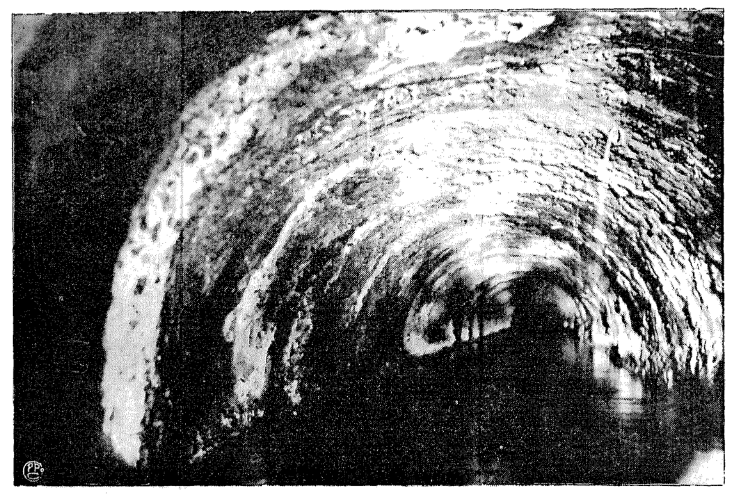
قطاع المجمع الرئيسي أمام بئر رقم ١٧

مقياس الرسم $\frac{١}{١٠}$

(شكل ١) يبين مدى التآكل الذى أحدثه تأثير غازات المجارى على الجزء العلوى من المجمع الرئيسى لمجارى القاهرة



(شكل ٢) يبين منظر التآكل داخل المجمع الرئيسي لمدينة القاهرة من تأثير الغازات



(شـكل ٣) يبين منظر التآكل داخل المجمع الرئيسى لمدينة القاهرة من تأثير الغازات

الاعتماد على التهوية داخل المجرى بأكثر ما يمكن لمنع تأثير تلك الغازات (وقد ظهر خطأ هذا الرأى الأخير كما سيأتى الكلام بعد) وبناء على ما تقدم ركبت على جميع الطوابق أغطية من الظهر ذات فتحات شبكية تسمح بتهوية المجمع وتم ذلك قبل اطلاق مياه المجارى فيه

وعلى أثر تركيب تلك الأغطية حدث أن حصلت شكوى من الرائحة المنبعثة من أحد الطوابق فاقتضت الحال سد منافذ غطائه ثم تتابعت الشكاوى فسدت الأغطية الواحد عقب الآخر حتى انتهى الأمر بسدها جميعها

والظاهر أن المستر كركيت جيمس المراقب العام لمصلحة المجارى الرئيسية وقتئذ كان تحت تأثير ما ذكرته إحدى المجلات الهندسية فى ذلك الحين ضمن مقال نشرته عن مجارى مدينة (Hampton)حيث أحدثت الغازات المتولدة عن مياه المجارى تأثيراً شديداً على الخرسانة تسبب عنه صعوبات عظيمة وكانت النتيجة المستخلصة من ذلك المقال أن عدم تهوية داخل المجرى يجعل تأثير الأدروچين المكبرت على خرسانة السمنت غير ذى بال

وبناء عليه بقى المجمع الرئيسى على ماقدمنا لغاية سنة ١٩١٨ دون أن يتمكن أحد من فحص حالته . وفى تلك السنة استحضرت مراوح كبيرة تدار بالكهرباء ركبت عند نهايته فى كفر الجاموس وبذا تيسر احداث تهوية صناعية كافية واجراء عملية التفتيش ومعاينة المجرى من الداخل لاول مرة فظهر أن الغازات المختلفة قد أحدثت تأثيرا خطيرا على الخرسانة فى عدة مواقع كما سبق القول . وقد رأى كل من المستر لويد الذى كان مراقباً لمصلحة المجارى فى هذه السنة والمستر لوكاس الكيماوى بعد الفحص الذى أجرياه أن طريقة التهوية الصناعية بدرجة مستمرة وكافية تطرد تلك الغازات كلما تكونت وبذا فان تأثيرها على الخرسانة لايلبث أن ينقطع . وهذا رأى أظهرت خطأه التجارب التى عملت فى شهر يوليو سنة ١٩١٩ حيث وضعت طبقة من البياض فى جزء داخلى من المجرى بمونة السمنت الخالص وأخرى من السمنت الاحمر واستمرت التهوية الصناعية بواسطة المراوح السالف ذكرها مدة سنة كاملة وقد أظهرت نتيجة هذه التجربة عكس ما قدراه فاستمر التأثير على الجزء العلوى من

المجرى كما أنه ظهر التآكل على كلتى المونتين سيما التى من السمنت الخالص حيث كان ذلك عليها أشد من الاخرى

وقد تضاربت الآراء فى السبب الحقيقى لذلك الضرر الذى يحدث بالمونة والغالب أن هناك أكثر من سبب واحد والذى ثبت منها الى الآن وأيدته التجارب الكيماوية هو الرأى القائل بانه متى تقدمت درجة التعفن فى المواد التى تشتمل عليها مياه المجارى يعتريها التحليل بسرعة ويتصاعد عن ذلك غازات متنوعة من بينها كمية كبيرة من الادروچين المكبرت الذى يتحد باكسيچين الهواء ويكون حمض كبريتيك وهذا الحمض كلما تواجد متخللا أجزاء مونة الخرسانة فانه يحيل جانباً من الكالسيوم الموجود فى تركيب السمنت الى كبريتات الكالسيوم أى الجبس المعتاد والجبس كما هو معتاد ليس له تماسك فى الرطوبة والمياه

والراجح أن هناك أسباب أخرى ترجع الى أن مواد المجارى متى دخلت فى طور التعفن والتحليل المذكورين واللذين يبدآن بعد فترة قليلة من الزمن تتصاعد منها أنواع أخرى من مختلف الغازات الازوتية والكربونية والنشادرية

وغاز الميثان الشديد الفرقعة وما الى ذلك مما عرف الكيمائيون بعضها ولم يتوصلوا بعد لمعرفة باقيها فضلا عما ينشأ عنها اذا ما امتزجت هذه الغازات ببعضها أو اتحد جانب منها بغيره اتحاداً كيماويا وحيث أن ذلك بقى مجهولا للآن فان مدى تأثير تلك الغازات سيكون طبعاً موكولا للمستقبل

وتأييداً لهذا الرأى أذكر أن مصلحة المجارى الرئيسية عمدت بناء على إرشادات الكيمائيين الى عمل بعض تجارب يقصد بها منع تكوين غازات كبريتية داخل المجارى أو تقليلها وذلك بالقاء كبريتات الحديد فيه بطريقة مستمرة زعماً بان تلك المادة تتحد باكسيجين الهواء والادروجين المكبرت ويتكون عنها اكسيد حديد وماء وكبريت خالص لايحدث عنه ضرر وبذلك يمتنع تكوين حمض الكبريتيك ويبطل التأثير الواقع على مونة السمنت وقد استمرت هذه التجربة أشهراً طويلة كان أثناؤها يقوم المعمل الكيماوى باختبار الغازات المتكونة داخل المجمع اختبارا متواصلا وقد تراءى له أن غاز الادروجين المكبرت قد قل وجوده بهذه الوسيلة قلة محسوسة ولو أنه لم ينقطع بتاتاً

غير أنه ثبت من جهة أخرى أن التآكل داخل ذلك المجمع آخذ فى الاستمرار وذلك يدل على الارجح ان هناك مؤثرات أخرى خلاف ما يحدثه الايدروجين المكبرت لم يهتد العلم بعد الى ماهيتها

كذلك استعمل مسحوق الجير الحى القلوى كوسيلة لقتل الاحماض التى تتكون ولكن كانت النتيجة كسابقتها أى بدون جدوى بل نتج عنها تكوين رواسب جيرية بكثرة داخل المجرى وهو مما لا يتيسر ازالته الا بمصاريف طائلة

ولقد فكرنا فى استعمال كمية من الكلورين لتعقيم مياه المجارى تعقيما نسبيا وقتل جانب من البكتيريا الموجودة بها والتى تساعد على تحليل المواد العضوية بسرعة وذلك لمنع أو تقليل تصاعد تلك الغازات السالف ذكرها أثناء مرور تلك المواد بالمجمع ولكن عدلنا عن هذا الرأى لأن نتيجة التجربة من جهة غير مضمونة كسابقاتها ومن جهة أخرى أشفقنا من كثرة المصاريف التى ترجح لدينا ضياعها سدى وهى تبلغ نحو مائة جنيه يوميا

وعلى ذكر الغازات وتأثيرها على المبانى نستطرد القول

الى ذكر ما يحدث من التآكل الشديد فى مواد البناء التى تشيد بها القنوات والمداخن المعدة لتصريف الغازات الناشئة عن صناعة الأحماض والمواد الكاوية وما على شاكلتها ذلك التآكل الذى يقضى بهدمها وبنائها من جديد حين تفقد توازنها من جراء النقص الذى يحدثه تأثير الغازات المتصاعدة فى سمك مبانيها من الداخل. ونذكر أيضا فى ضمن متنوعات الغازات التى تتصاعد عن تحليل مواد المجارى ما شاهدته فى مدينة « أسن » من أعمال المانيا وفى مدينة أخرى قريبة منها لم تع الذاكرة اسمها فقد وجدتهم يجمعون غاز الاستصباح من أحواض تنقية مياه المجارى ويستخدمونه فى الاعمال المنزلية المعتادة من اضاءة وتسخين وخلافه وذلك بعد بذل عناية خاصة بغسيله غسلا جيدا بواسطة تمريره داخل أنابيب طويلة مملوءة بالمياه النقية فيذوب فى الماء كثير من الغازات الاخرى سيما النتروجينية منها وهذا تفاديا من حصول فرقعات اذا ما لامست بعض تلك الغازات لهيب النار

كنت أود أن أتوسع فى ذلك الموضوع ولكن قلة المعلومات التى أمكن الكيمائيون ومهندسو المجارى الوصول

اليها في هذا الصدد تجعلني أختصر القول على ذكر الحقائق التي ثبتت الى الآن لي وتلك الحقائق هي أن الغازات المتصاعدة من مواد المجاري عند تحليلها تشتمل على كمية كبيرة من الايدروجين المكبرت وهذا يتحد بالاكسيچين ويكون حمض كبريتيك يؤثر على المركبات الكلسية والمعدنية الداخلة في تركيب مواد البناء العادية ويحيلها الى املاح ليس لها خواص تلك المواد نفسها من جهة الصلابة كما ان الغازات الأخرى تحدث تأثيرا يظهر بشكل تآكل في المواد السالف ذكرها وينتقص من متانتها وتوجد مؤثرات أخرى محلية خلاف ما تقدم ذكره كمحلول بعض الاملاح التى تحملها مياه النشع

وعلى ذلك يتعين على مهندسى المجارى ان يختاروا لاعمالهم من مواد وادوات البناء ما يصلح لمقاومة تلك التأثيرات وان يعولوا فى انتخابهم على التجارب العملية التى اذا مادعمتها النظريات الكيمائية كانت النتيجة اتم واوفى

وقبل ان انتقل من هذا الموضوع اذكر ان تأثير الاحماض والغازات السالف ذكرها على المجمع الرئيسى لمدينة القاهرة قد استمر فى الازدياد حتى ذهب التآكل باكثر من

ثلث سمك العقد فى كثير من المواقع وبذا اصبحت موازنته غير مأمونة وانه قابل للانهيار من وقت لاخر وحيث انه المجرى الوحيد لصرف مياه مجارى المدينة فاذا ماانهار — لاسمح الله — وقف سير تلك المياه ودخلت المساكن والشوارع وكانت النتيجة فاجعة مؤلمة ليس لها على مااعلم نظير

ومما يزيد الحالة صعوبة وارتباكا ان عملية ترميم هذا المجمع غير متيسرة نظرا لمرور مياه المجارى فيه ليلا ونهارا بدون انقطاع مع ما آلت اليه حالته من فعل تلك الغازات التى افقدت مونة السمنت صلابتها وصيرتها اشبه الاشياء بعجينة رخوة لاتقبل بحالتها الحاضرة ان تماسك مع اية مونة اومادة اخرى فلذلك كان الحل الوحيد هو انشاء مجرى ثان للمدينة تحول اليه مياه المجارى حتى يمكن اخلاء هذا المجمع وتبطينه من الداخل بمادة لا تؤثر فيها الاحماض والغازات وبهذه الطريقة يصبح للعاصمة مجريان تنساب المياه فى كليهما واحيانا فى احدهما اذا مادعت الحال اجراء ترميمات فى الاخر

ولذلك كان على مصلحة المجارى ان تعمل على جعل المجرى الجديد من الداخل خاليا من مركبات الكالسيوم او

المركبات المعدنية التى لم تظهر المناعة اللازمة ضد تأثير الغازات والاحماض السالف ذكرها . فاجريت مباحث طويلة تناولت عدة تجارب كيماوية قام بها معمل الحكومة الكيماوى وكذلك اجريت اختبارات عملية على مواد بنائية فى داخل المجرى نفسه واستمرت هذه وتلك مددا طويلة وكانت النتيجة ان عولت المصلحة على انشاء المجرى الجديد من خرسانة السمنت والحجر النارى الاحمر كما هو الحال فى المجرى الحالى وان تقوم بتبطين داخله بالطوب الازرق الذى تزجج بسبب احراقه الى درجة السيحان أى مايقرب من ١٣٠٠° سنتيجراد وأن تعنى عناية خاصة بكحل لحامات ذلك الطوب على عمق سنتيمترين باحدى المركبات البيتومينية اذ أن كلتى المادتين وهما الطوب الازرق المزجج والبيتومين اظهرتا مناعة تامة ضد الاحماض والغازات على السواء

ومن خواص ذلك الطوب ان مقاومته للتفتت تصل الى ٧٠٠ طن على القدم المربع فى الطوب الذى سمكه ٢ $\frac{٣}{٤}$ بوصة وقابليته للامتصاص لاتتعدى ٦ر١٪ ومقاومته للاحماض تظهر فيما يأتى : —

١) حمض الهيدروكلوريك — يسحق الطوب بحيث يمر من ثقوب منخل ٣٠ / ٢٠ للبوصة المربعة ويغلى المسحوق مدة ساعة مع هذا الحمض مخففا بنسبة جزء واحد من الحمض الى جزء واحد من الماء ثم يرشح السائل ويبخر ويحرق الراسب فلا يزيد مقدار الناتج عن ٠.٧ ٪

٢) حمض الكبريتيك — يعالج الطوب كما سبق القول فلا يزيد مقدار الناتج من الحرق عن ٦ ٪ اذا ما كان الحمض مخففا بثلاثة أمثاله من الماء ولهذه الاسباب رأت المصلحة فى استعمال ذلك الطوب داخل المجرى مع كحل لحاماته بالبيتومين مادتين صالحتين للغاية التى تتوخاها أى منع ضرر تأثير الغازات على مبانى المجمع المذكور

واتماما للفائدة أرى أن أسرد فيما يلى شرحا مختصرا عن كل من مواد البناء الاخرى التى تناولها البحث والاختبار مع ذكر شىء عن خواصها وبيان الاسباب التى دعت الى العدول عن استعمالها فى هذا العمل الخاص بالمجمع الرئيسى سيما وان لبعضها من المزايا ما يبرر استعمالها فى كثير من المنشآت التى تقتضيها النهضة الحاضرة والخطوات السريعة

التى تسير بها البلاد فى طريق الكمال الصناعى والاقتصادى الذى بدأت تظهر بوادرهما الآن فقد علمنا بأن فكرة بعض ذوى الهمم متجهة الى انشاء معامل لتجهيز الكيماويات وتحضير مختلف الاحماض تلك المستحضرات التى لها المقام الأول فى عالم الصناعة فى البلاد الأخرى وكذلك تشييد فابريقات لصناعة الورق وصباغة الجلود وتجهيز الالوان وما الى ذلك مما يستدعى اقامة بعض منشآت خاصة لا تصلح لها مواد وأدوات البناء العادية

وقد تناول ذلك البحث مادة الجرانيت المستخرج من اصوان ذلك الحجر الصلب الذى يسلم كل بمتانته الفائقة سيما بعد ما علمته من ان المجرى الرئيسى لمياه مجارى مدينة روما عاصمة بلاد الطليان والذى هو أقدم مجارى العالم اذ يرجع تاريخ انشائه الى نحو خمس مائة عام قبل الميلاد انما أنشىء من أحجار تقرب من نوع ذلك الجرانيت

ولكن أعترض قبول استعماله فى المجمع الرئيسى عاملان مهمان أولهما كثرة التكاليف فى عملية نحته التى لا تكون نظراً لصلابته الا بواسطة الازميل ولذا فتكاليفها باهظة

تفوق كل تقدير باستعمال أية مادة أخرى

وثانيهما انه وجد بالاختبار ان للاحماض تأثيرا على حجر الجرانيت المستخرج من اصوان كما يشاهد ذلك من نماذج الاختبارات المعروضة فى مصلحة المجارى وهذا التأثير مرجعه ان مادتى الفلسبار والميكا الداخلتين فى تركيب ذلك الجرانيت تشتملان على اكسيد الكلسيوم وهيدرات الكلسيوم على التوالى وهذان المركبان ليس لهما مقاومة ضد الاحماض كما ان مادة الهورنبلند ذات اللون الاخضر المسود والموجودة بكثرة فى تركيب ذلك النوع من الحجر تتكون من مزيج من مركبات معدنية مع الصودة والبوتاسا والكلس والمغنيسيا وهذه الاربعة انما هى معادن قلوية تؤثر عليها الاحماض

فلهذه الاسباب صرفنا النظر عن استعماله فى المجمع الرئيسى الذى نحن بصدده ولا وجه للاعتراض لمناسبة ما سبق قدمناه من ان المجرى الرئيسى لمدينة روما المسمى Colwaka Maxima انشىء منذ القدم بنوع قريب الشبه من هذا الحجر ومن انه لا يزال قائما الى الآن حيث لا محل للمقارنة لان الظروف مختلفة اختلافا بينا فهناك تسير مياه المجارى

بالانحدار الطبيعى الى ذلك المجمع ومنه الى البحر بينما فى القاهرة تدفع الروافع الهوائية التى سلف ذكرها مواد المجارى بقوة الهواء المضغوط الى شبكة من مواسير الظهر الملتحمة ممتدة تحت شوارع المدينة حتى تلق بها الى المجمع الرئيسى خارج البلد فضلا عن أن بعض تلك المواد تقذف بها رافعة هوائية الى رافعة اخرى فتتكرر عليها هذه العملية. والغالب ان تلك الضغوط التى تقع على مواد المجارى اثناء هذا الرفع والدفع تساعد على سرعة تحليلها وبالتبعية على تصاعد الغازات الضارة منها بكثرة عظيمة فى وقت قصير

ويمكن القول بان صحة هذا الرأى تظهر من ان النصف الاول من المجمع اقل تأثرا بفعل الغازات من نصفه الاخير الذى تمر فيه مياه المجارى بعد ان يكون مضى عليها وقت طويل نسبيا تصل فيه الى حالة من التعفن اشد مما كانت عليه عند مبدأ المجمع

ويوجد من الفروق خلاف ما تقدم بين الحالة فى مصر وايطاليا عامل محلى آخر لا يمكن التغاضى عنه وهو اختلاف الطقس فزيادة الحرارة هنا تساعد على سرعة تعفن تلك المواد وتصاعد غازاتها بكثرة

على اننا لسنا فى حاجة الى الذهاب الى ايطاليا واوروبا للتدليل على هـذا الامر فان فى مدينة الاسكندرية حيث الطقس اكثر اعتدالا منه فى القاهرة وحيث تسير ميـاه المجارى بالانحـدار الطبيعى الى البحر بدون تعرضها الى اى دفع أو ضغط ميكانيكى يرى ان الغازات لاتحدث اى تأثير هناك على مونة السمنت المستعملة فى مجاريها سواء القديم منها والحديث .

حجر البازلت المستخرج من أبى زعبل

يستعمل الآن فى أعمال المكادام وأفاريز بعض الأرصفة وفى أعمال قليلة أخرى وكان الرأى متجها الى صلاحيته فى انشاء المجمع الرئيسى السالف الذكر لما يبدو عليه من مظهر الصلابة ولما يتبادر للذهن من أنه انما تكون جيولوجيا من أصل المادة الطفلية التى يصنع منها الطوب الأزرق مع الفارق الوحيد فى أن البازلت انما سوته الحرارة العظيمة الموجودة فى باطن الأرض وظهر قريباً من سطحها أثنـاء بعض الثورات الأرضية

ويحسن بي أن اعترف هنا أني كنت ميالا كل الميل لاستعماله فى انشاء المجمع الرئيسى الجديد سيما وأنه مادة محلية تستخرج من البلاد ودفعنى هـذا الميل الى استشارة بعض ذوى الرأى والتجارب فى ذلك فاجمعوا على أن المجرى المذكور اذا ما أنشيء من هذه المادة يكون بقاؤه أبدياً

ولكن اختبار هذا الحجر فى المعمل الكيماوى أظهر فساد تلك النظرية اذ ظهر عليه تأثير الأحماض حتى المخفف جداً منها بنسبة واحد الى مائة جزء من الماء المقطر

ويرجع هذا التأثير الى أن الثلاث موادالتى يتركب منها وهى الأوليڤين Olivine تشتمل على معدن الحديد والاوجايت Augite تشتمل على معدن الحـديد والكالسيوم وأكسيد الحديد الممغطس وهو يشتمل طبعاً على معدن الحديد

ويرى من هذا أن الحديد يدخل فى تركيبه بكثرة زائدة وكذلك الكالسيوم وان هذين المعدنين يكونان مع الأحماض المختلفة أملاحاً بكثرة والى هـذا السبب يعود ذلك التأثير الذى يظهر جلياً فى نموذج الاختبارات المعروضة فى مصلحة المجارى . ولذلك صرف النظر عن استعماله فى المجمع الرئيسى

الجديد ولكن هـذا لا يمنع من وجوب استعماله فى أعمال أخرى غير معرضة لغازات المجارى سيما وأنه سهل الصناعة واذا ماصقل يصير ذا منظر لامع بديع يصلح لأفخم المنشآت كنوع من مواد الزخرفة

طوب الليتييه Laitier

هـذا النوع من الطوب غير مستعمل فى مصر وهو يصنع من المواد التى تتبقى فى الأفران العالية المعدة لاستخراج حديد الظهر من معدن الحديد الخام والكوك فيلقون بتلك المواد من الأفران الى مجرى ماء بارد وهى فى حالة الذوبان وعلى درجة عظيمة من الحرارة أى الدرجة الحمرة البيضاء فهذا التبريد الفجائى يحيلها الى حبيبات ذات لون أغبش نصف شفاف يشبه فتات الزجاج

وبعد ذلك يقومون بطحنها الى مسحوق ناعم ويضيفون عليه جزء من الجير الايدروليكى ويطلقون عليه اسم سمنت الليتيه ويظهر من تحليله الكيماوى انه يشتمل على —.

٦٥ ر١ ٪	أكسيد حديديك
٠٠ ر٢٦ ٪	سيليس
٦٠ ر١٨ ٪	الومين
٣٠ ر٤٦ ٪	جير
٧٠ ر٢ ٪	مغنسيوم
٥٦ ر٤ ٪	أنواع أخرى
٦٩ ر٠	كبريت وكبريت أيدرانى
٥٠ ر٠	رمل

وهذا النوع من السمنت مستعمل كمونة مائية ثم يكبسون ذلك المزيج فى مضاغط مخصوصة تعطيه شكل قوالب الطوب العادية ومقدار الضغط فيها يصل الى ٧٢٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع وهذا الطوب يستعمل عادة بنجاح فى الاعمال المائية على العموم وكذلك فى الاجزاء المعرضة للرطوبة المستمرة ورشح المياه وفى المنشآت التى تشيد تحت الارض كما أنه مستعمل فى انشاء المجارى فى بعض البلاد الاوروبية

وقابليته للامتصاص قليلة حيث لا تتعدى ٥٠ ر٢ من وزنه بعد أن يغمر فى الماء مدة ٢٤ ساعة كما أن تحمله للضغط

كبير فقد دلت التجارب أنه لا يتفتت الا متى وصلت قوة الضغط عليه الى ٢١٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع . ومما تقدم يرى صلاحيته للاعمال المنوه عنها وانالم ننظر في استعماله في المجمع الرئيسي بالقاهرة نظرا لاحتوائه على الجير والمعادن الاخرى التي تتأثر بالأحماض والغازات كما هو الحال في السمنت العادى .

البرودوريت

هو نوع من الخرسانة لا تتأثر بالغازات والاحماض العادية مسجل لمخترعيه الذين اكتشفوه في سويسرا سنة ١٩٢٤ على ما أبلغني أحدهم الدكتور مارسيل ليفي الكيماوى السويسري وقد بدأ استعماله ينتشر في بعض البلاد الاخرى فهو موجود الآن في انجلترا والمانيا وفرنسا والنمسا ووجد اخيرا في الهند واستراليا وزيلنده الجديدة ويدخل في تركيبه الرمل والزلط الرفيع كما هو الحال في الخرسانة العادية انما يستعاض فيه عن السمنت الذى تؤثر عليه الاحماض والغازات بتركيب آخر خاص يتمسك مخترعوه بانه من أسرار الصناعة التي لا

يبيحون بها وقاعدة ذلك التركيب المواد الزفتية والبيتوميذية معالجة بطريقة كيماوية تكسب تلك الخرسانة بعد صنعها صلابة لا مثيل لها فى كل أنواع الخرسانات الاخرى ومن امتيازاته انه ذو مرونة وان تكاليفه قليلة نسبيا ويظهر من تركيبه انه خال من الكالسيوم والمواد المعدنية التى تؤثر عليها الاحماض والقلويات والاملاح وكذلك أنواع الغازات المختلفة وقد أثبتت ذلك التجارب التى اجريت عليه .

ولربما كانت الصعوبة التى تعترض استعماله هى طريقة تجهيزه فى موقع المنشآت التى يراد فيها لانه يتركب من ١٠٪ من المادة الزفتية المخصوصة المنوه عنها ١٧٪ من رمل الصحراء بعد سحقه سحقاً ناعما جدا والباقى يكون من الرمال العادية والزلط الرفيع أو المكسر وكيفية تجهيزه تكون بتسخين الرمال والزلط مبدئيا الى درجة حرارة قدرها ٢٦٠ سنتجراد فى أوعية اسطوانية ثم يضاف اليها المادة الزفتية وهى على هذه الدرجة من الحرارة وتدار تلك الاسطوانات بكيفية خاصة حول نفسها فوق اللهيب حتى يكمل امتزاج ما فيها وعندئذ يصب المخلوط فى قوالب من الصلب المتين ويدق

داخل القالب وهو ساخن بطريقة ميكانيكية حتى يتشكل بشكله ويصنع من ذلك البرودوريت مواسير من اقطار مختلفة وكذلك أوعية كبيرة للتقطير وقطع من كل الاشكال حسب الاحتياج فى مختلف الاستعمالات لا سيما فى معامل وفابريقات صناعة الاحماض والكيماويات وما على شاكلتها وقد أنشئت منه منذ سنتين مدخنة ارتفاعها ٦٣ مترا لاحد معامل تحضير حمض الكبريتيك بضواحى مدينة باريس لتصريف الغازات المتصاعدة من صنع الحمض المذكور. وذلك بعد ان هدمت مدخنة ذلك المعمل كما تقدم القول بسبب تأثير الغاز على مادة الطوب والمونة العاديتين اللتين كانتا تنشأ منهما ومن ذلك الوقت شرع فى انشاء عدة مداخن أخرى من هذه المادة فى فرنسا وانجلترا . ويستعمل البرودوريت كذلك فى تبطين داخل المجارى ومجامعها بنجاح عظيم .

ومقاومته للضغط كبيرة جدا اذ تصل الى ٤٤٥ كيلو جراما على السنتى متر المربع قبل أن يتفتت وكذلك مقاومته للشد تصل الى ٣٩ كيلو جراما على السنتى متر المربع وتلك المقاومة

تسمح بتقليل اسماك المنشآت التى يستعمل فيها عن مثيلاتها التى تصنع من الخرسانات الاخرى وهى ميزة اقتصادية علاوة على ماله من المزايا الطبيعية والخواص الكيماوية الاخرى

ومن اوصافه أن له مقاومة شديدة ضد الامتصاص وان مسامه تكاد تكون صماء وقد عملت تجارب على بلاط منه ذى سمك قدره اربعة سنتى مترات عرض مدة ٢٤ ساعة للماء تحت ضغط قدره خمسة أجواء دون أن تظهر رطوبة ما على الوجه الاخر لذلك البلاط وأظهرت تجارب اخرى ان له قوة التصاق عظيمة واذا ما سلح باسياخ الحديد فحمل الكسر فيه يفوق بكثير خرسانة السمنت المسلحة مثله .

والجدولان التاليان يبينان مقدار مقاومة البرودوريت المسلح وغير المسلح لمختلف الاحمال وكذلك مقدار سهم الانحناء تحت تأثير كل حمل منها وهذه النتائج نقلناها عن التجارب التى عملت عنه بمعرفة الاستاذ Ruth بمدرسة دارمستاد الهندسية .

جدول

يبين نتيجة تأثير الأحمال المختلفة الواقعة على وسط عامود من البرودوريت المسلح بخمس أسياخ من الحديد قطر ثلاثة منها ١٤ ملليمتراً والاثنين الآخرين قطر ١٢ ملليمتر وطول ذلك العمود متر واحد وقطاعه مستطيل قاعدته ١٥ر٠ متر وارتفاعه ١٢ر٠ متر

الحمل بالكيلو جرام	سهم الانحناء بالملليمتر	ملحوظات
٥٠٠	٢٥ر٠	
١٠٠٠	٥٠ر٠	
١٥٠٠	٧٥ر٠	
٢٠٠٠	٠٠ر١	
٢٥٠٠	٢٥ر١	
٣٠٠٠	٥٠ر١	
٣٥٠٠	٧٥ر١	
٤٠٠٠	٠٠ر٢	ظهرت تشققات شد صغيرة وسط الوجه الاسفل
٤٥٠٠	٢٥ر٢	
٥٠٠٠	٥٥ر٢	
٥٥٠٠	٨٥ر٢	
٦٠٠٠	١٥ر٣	كثرت التشققات فى الجزء الاوسط المذكور
٦٥٠٠	٤٥ر٣	ابتدأت شروخ القص
٧٠٠٠	٧٥ر٣	
٧٠٠٠	٠٥ر٤	
٧٥٠٠	٣٠ر٤	ظهرت شروخ كبيرة وعقبها كسر العامود على حمل ٧٦٠٠ ك ج

جدول

يبين نتيجة تأثير الاحمال المختلفة الواقعة على وسط عامود من البرودوريت الغير مسلح طوله متر وقطاعه مستطيل الشكل قاعدته ١٥ر٠ متر وارتفاعه ١٢ سنتيمتر

تجربة	الحمل بالكيلوجرام	سهم الانحناء بالمليمتر	ملحوظات
رقم ١	١٠٠	٠٥ر٠	
	٢٠٠	٢٠ر٠	
	٣٠٠	١٦ر٠	
	٤٠٠	٢٥ر٠	
	٥٠٠	٣٥ر٠	
	٦٠٠	٤٥ر٠	
	٧٠٠	٥٢ر٠	
	٨٠٠	٦٠ر٠	حدث كسر فى وسط العامود
رقم ٢	١٠٠	٠٥ر٠	
	٢٠٠	١٢ر٠	
	٣٠٠	٢١ر٠	
	٤٠٠	٢٨ر٠	
	٥٠٠	٤٢ر٠	
	٦٠٠	٥٠ر٠	
	٧٠٠	٥٦ر٠	
	٧٧٠		حدث الكسر فى وسط العمود

ورغما مما لهذا البرودوريت من المزايا السالفة الذكر فاننا لم نتمكن من استعماله فى انشاء المجمع الجديد لمدينة القاهرة لانه انما يستعمل ساخنا على درجة ٢٦٠° سنتيجراد

كما قدمنا والمجمع الذى نحن بصدده عميق تحت منسوب مياه التربة السفلية بنحو اربعة امتار فكانه دائما ابدا مبلل بمياه النشع فضلا عن فوارات مياه باطن الارض التى تظهر فى بعض المواقع — ولذا فلا سبيل لتشييد المجمع من هذه الخرسانة الا اذا عملت قوالب و بنيت كالعادة على البارد وقد فضلنا على هذه الطريقة استعمال الطوب الازرق المزجج

وهناك طريقة اخرى كان يمكن بواسطتها استعمال البرودوريت ساخنا فى انشاء المجمع الا وهى تخفيض مياه النشع الموجودة فى باطن التربة السفلية اثناء العمل بواسطة طريقة ابار الترشيح وهى تلك الطريقة المتبعة الآن فى انشاء الاعمال الصناعية الكبيرة العمق كاحواض ترميم السفن التى تنشأ على الشواطىء الرملية للبحار وكالاهوسة البحرية والنهرية والسحارات وماشابهها الا ان هذه الطريقة كثيرة الكلفة وتستلزم مصاريف باهظة سيما وان المجمع المذكور طوله خمسة كيلو مترات .

وانى استلفت نظر القائمين بالامر فى وزارة الاشغال الى استعمال طريقة آبار الترشيح المنوه عنها اثناء تأسيس قناطر

نجع حمادى والاعمال الكبيرة التى من هذا القبيل . فاذا فعلوا وجد العمال المنوطون بالعمل ان الارض المطلوب التأسيس عليها جافة مهما بلغ عمق الاساس

الاسفلت

هو ذلك النوع المستعمل بنجاح في تبليط شوارع القاهرة وفى بعض الارضيات وتجهز منه نوع من الخرسانة بواسطة مزج الاسفلت الطبيعى بالرمل والزلط الرفيع على درجة حرارة قدرها ٢٠٠° سنتيجراد ويستعمل مثل البرودوريت السالف الذكر ساخنا كما ان له بعض مزاياه من قبيل المقاومة والمناعة ولكن ثبت ان بعض الاحماض الكربونية تؤثر عليه مثل ثانى كبريتيت الكربون وثالث كلوريدريت الكربون وقد صرف النظر عن استعماله فى المجمع الرئيسى لهذا السبب وللاسباب السالف ذكرها فى البرودوريت

الطوب الاصفر الفرنسى

هذا النوع من الطوب المضغوط متجانس الاجزاء تبدو عليه صلابة تامة حتى انه يخط فى الزجاج اذا ما صار

تمريره عليه بضغط مناسب والظاهر انه مكون من مزيج نوع من الطفل مع الطين الاصوانلى المقاوم للحرارة وقدمت الينا اخيرا العينة التى نعرضها على حضراتكم مصحوبة بشهادات من معمل مدرسة العلوم بجونبلييه تدل على ان التجارب التى اجريت عليه اثبتت مقاومته لغاز الايدروجين المكبرت ولمحلول كبريتور الامونياك مدة عشرة ايام دون ان يظهر عليه تأثير ما

ولما كانت هذه المدة غير كافية لاعطاء فكرة صحيحة عن مناعة هذا الطوب ارسلناه الى المعمل الكيماوى قصد اختباره وافادتنا عما اذا كان يرى انه صالح للاستعمال فى بناء المجمع الجديد وقد قام المعمل ببعض التجارب الا انه لم يتمها للآن

ومن جهة اخرى وضعنا عينة منه داخل المجرى معرضة لفعل الغازات ولا بد من مرور وقت قبل امكان اصدار حكم صحيح عن درجة مناعته سواء ضد تأثير الاحماض او الغازات لذلك صرفنا النظر عن استعماله فى المجمع الجديد الذى نحن بصدده

هذه هي مواد البناء التى اجرينا اختبارها

وهناك بعض من المون قدمت الينا على انها تقاوم تأثير الاحماض وفعل الغازات بعضها قديم وهو انواع البوزلانا تلك المادة التى تقذف بها البراكين اثناء ثورانها وهى تستعمل بعد طحنها كمونة مائية والبعض الآخر حديث لم يكتشف الا فى العهد الاخير وليس له سابقة استعمال فى البلاد المصرية الى الآن على ما اعلم واسماء تلك المون ـ ايرونيت ـ ستنتونيت ـ سمنت بللو ـ سمنت سيكا

وهذه المون رفضنا استعمالها فى المجمع الجديد لما بدا لنا فى تركيبها من المواد الكلسية والمعدنية التى اثبتت التجارب أن الاحماض تحيل جانبا منها الى املاح ولا ارى فائدة من أن اعيد على حضراتكم ما يذيعونه تجارها عنها من المزايا والخواص الطبيعية والكيماوية التى قد لا تخلو من مبالغة ومغالاة غير انى شرعت فى عمل بعض التجارب عليها سعيا وراء ادخال استعمال المفيد منها فيما يصلح له بمصر من الاعمال واذا ما اثبتت تلك الاختبارات صحة ما يذاع عنها فسالقى عندئذ على حضراتكم بيانا عن تركيبها وما يصل اليه بحثى فيما لها من الخواص .